

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-232325
(P2002-232325A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

データベース (参考)

H 0 4 B 1/707

H 0 3 F 1/32

5 J 0 9 0

H 0 3 F 1/32

H 0 4 B 1/04

R 5 K 0 2 2

H 0 4 B 1/04

H 0 4 J 13/00

D 5 K 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-25419(P2001-25419)

(22) 出願日 平成13年2月1日 (2001.2.1)

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 洞口 正人

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式
会社日立国際電気内

(72) 発明者 本江 直樹

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式
会社日立国際電気内

(74) 代理人 100098132

弁理士 守山 辰雄

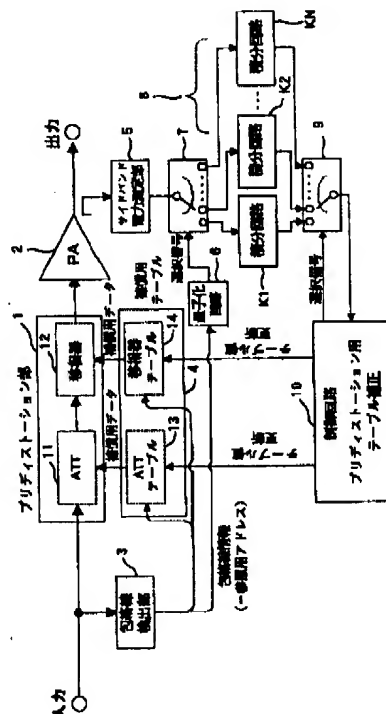
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリディストーション歪み補償装置

(57) 【要約】

【課題】 入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該入力信号のレベルに対応した制御値を用いた制御により補償するプリディストーション歪み補償装置で、当該制御値を精度のよい値へ更新する。

【解決手段】 歪み発生手段1が入力信号に歪みを発生させ、入力信号レベル検出手段3が入力信号のレベルを検出し、歪み制御手段4が検出される入力信号のレベルに対応した制御値を用いて歪み発生手段1により発生させる歪みを制御し、歪み成分レベル検出手段7が増幅器2から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出し、積分手段K1～KNが検出される入力信号のレベル毎に検出される歪み成分のレベルを積分し、制御値更新手段10が入力信号のレベル毎の積分結果が小さくなるように当該レベルに対応した制御値を更新する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを補償するプリディストーション歪み補償装置において、

入力信号に歪みを発生させる歪み発生手段と、
入力信号のレベルを検出する入力信号レベル検出手段と、
入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルに対応した制御値を用いて歪み発生手段により発生させる歪みを制御する歪み制御手段と、
増幅器から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出する歪み成分レベル検出手段と、
入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベル毎に歪み成分検出手段により検出される歪み成分のレベルを積分する積分手段と、
積分手段により得られる入力信号のレベル毎の積分結果が小さくなるように歪み制御手段により用いられる当該レベルに対応した制御値を更新する制御値更新手段と、
を備えたことを特徴とするプリディストーション歪み補償装置。

【請求項 2】 入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを補償するプリディストーション歪み補償装置において、
入力信号に歪みを発生させる歪み発生手段と、
入力信号のレベルを検出する入力信号レベル検出手段と、
入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルに対応した制御値を用いて歪み発生手段により発生させる歪みを制御する歪み制御手段と、
増幅器から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出する歪み成分レベル検出手段と、
入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルが所定のレベルである入力をカウントするカウント手段と、
入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルが当該所定レベルである場合に歪み成分検出手段により検出される歪み成分のレベルをカウント手段により所定の値がカウントされるまでの期間積分する積分手段と、
積分手段の積分結果が小さくなるように歪み制御手段により用いられる当該所定レベルに対応した制御値を更新する制御値更新手段と、
を備えたことを特徴とするプリディストーション歪み補償装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載のプリディストーション歪み補償装置において、
歪み制御手段は、入力信号のレベルと制御値とを対応付けて記憶するメモリを用いて構成されたことを特徴とするプリディストーション歪み補償装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に

記載のプリディストーション歪み補償装置を備え、
送信信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該プリディストーション歪み補償装置により補償することを特徴とする CDMA 無線基地局装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のプリディストーション歪み補償装置を備え、
送信信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該プリディストーション歪み補償装置により補償することを特徴とする CDMA 無線中継増幅装置。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該入力信号のレベルに対応した制御値を用いた制御により補償するプリディストーション歪み補償装置などに関し、特に、当該制御値を精度のよい値へ更新する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば W-CDMA (Wide-band Code Division Multiple Access: 広帯域符号分割多重接続) 方式を移動通信方式として採用する移動通信システムに備えられた基地局装置 (CDMA 基地局装置) では、物理的に遠く離れた移動局装置 (CDMA 移動局装置) の所まで無線信号を到達させる必要があるため、送信対象となる信号を増幅器 (アンプ) で大幅に増幅して送信出力することが必要となる。

【0003】しかしながら、増幅器はアナログデバイスであるため、増幅限界が存在する。この増幅限界は飽和点とも呼ばれ、当該飽和点以降では、増幅器に入力される電力が増大しても出力電力が一定となり、非線型な出力となる。そして、この非線型な出力によって非線型歪みが発生させられる。

【0004】ここで、図 7 には、増幅器に入力される前の送信信号のスペクトラムの一例を示すとともに、図 8 には、歪み補償が行われない場合において当該送信信号が当該増幅器により増幅されて出力される信号のスペクトラムの一例を示してある。なお、図 7 及び図 8 に示したグラフの横軸は周波数 (単位は [kHz]) を示し、縦軸は電力比 (単位は [dB]) を示している。

【0005】上記図 7 に示されるように、増幅前の送信信号では希望信号帯域外の信号成分が帯域制限フィルタによって低レベルに抑えられているのに対して、上記図 8 に示されるように、増幅器通過後の信号では歪みが発生して希望信号帯域外 (隣接チャネル) へ信号成分が漏洩している。

【0006】例えば基地局装置では上記したように送信電力が高いため、このような隣接チャネルへの漏洩電力の大きさは厳しく規定されており、こうしたことから、このような隣接チャネル漏洩電力 (ACP: Adjacent Channel leak Power) をいかにして削減するかが大きな問題となっている。

3

【0007】次に、上記のような隣接チャネル漏洩電力を削減するものとして、従来の基地局装置に備えられた歪み補償付き送信電力増幅部の一例を説明する。図9には、このような歪み補償付き送信電力増幅部の構成例を示してあり、その動作を説明する。

【0008】すなわち、歪み補償付き送信電力増幅部では、ベースバンド信号生成部61で生成された送信信号（I成分及びQ成分）がベクトル調整部（プリディストーション部）62及び電力測定部69に入力され、ベクトル調整部62に入力された送信信号は当該ベクトル調整部62により歪み補償される。ここで、ベクトル調整部62は一般に複素乗算器から構成され、後述する制御部68からの制御に従って、振幅一位相平面の特性が後述する増幅器64の非線形特性の逆特性となるようにして、その特性（すなわち、当該逆特性）を歪み補償特性として送信信号に与えることで当該送信信号を歪み補償する。

【0009】ベクトル調整部62により歪み補償された送信信号は送信変調部63によりベースバンド帯から搬送波周波数帯へアップコンバートされた後に、増幅器64により増幅されて図外のアンテナへ供給される。また、増幅器64では送信信号を増幅する際に歪みが発生し、歪み補償付き増幅装置には、歪み補償が適切に行われたかどうかを観察するために当該歪みの残存量を検出するフィードバック系が備えられている。

【0010】このフィードバック系はローカル周波数生成部65や復調部66やA/D変換器67を有しており、上記したアンテナへ供給される増幅器64の出力信号（増幅後の信号）の一部が例えば方向性結合器により取り出されて復調部66に入力される構成となっている。

【0011】そして、フィードバック系では、方向性結合器から復調部66に入力される増幅後の信号がローカル周波数生成部65から復調部66に入力されるローカル信号を用いて復調され、当該復調信号がA/D変換器67によりアナログ信号からデジタル信号へ変換され、当該デジタル信号が制御部68に入力される。

【0012】また、上記した電力測定部69ではベースバンド信号生成部61から入力される送信信号の電力（送信電力）が検出され、当該検出結果が制御部68に通知される。制御部68は例えばDSP（Digital Signal Processor）から構成され、A/D変換器67から入力されるデジタル信号から残存する歪み量を検出し、当該検出結果に基づいて、ベクトル調整部62により適切な歪み補償が行われるように当該ベクトル調整部62を制御する。なお、この制御では、電力測定部69から通知される送信電力に対応した歪み補償特性が歪み補償に用いられるように制御される。

【0013】以上のように、上記図9に示した歪み補償付き送信電力増幅部では、増幅器64で発生する歪みに

4

対して適切な歪み補償が行われることにより、効率のよい送信電力増幅処理が実現されている。ここで、図10には、このような歪み補償が行われる場合において送信信号が増幅器64により増幅されて出力される信号のスペクトラムの一例を示してあり、この信号スペクトラムでは隣接チャネル漏洩電力が大きく削減されている。なお、同図に示したグラフの横軸は周波数（単位は[kHz]）を示し、縦軸は電力比（単位は[dB]）を示している。

10 【0014】なお、上記のような歪み補償に関する幾つかの従来技術を示す。まず、例えば特開平9-294144号公報に記載されたデジタル無線装置では、上記図9に示したのと類似するフィードバック系を用いて歪み補償を行っており、このフィードバック系では、上記図9に示したものと同様に、隣接チャネルに発生した不要信号（すなわち、増幅器で発生した歪み）とともに送信対象となる所要信号（すなわち、元々の送信信号）をダウンコンバートして、これら全ての信号を直交復調等する処理を行っている。

20 【0015】また、例えば特公昭63-10613号公報に記載された自動追従形プリディストータにおいても、上記図9に示したのと類似するフィードバック系を用いて増幅器で発生する歪みを補償しており、このフィードバック系では、上記と同様に、送信信号帯域を含む増幅後の信号を復調して（すなわち、変調前のベースバンド信号を再生して）A/D変換等する処理を行っている。

30 【0016】また、歪み補償を行うものではないが、例えば特開平9-138251号公報に記載された隣接チャネル漏洩電力の測定装置及び測定方法では、上記と同様に、隣接チャネルの信号（すなわち、不要信号に対応するもの）とともにキャリアの信号（すなわち、所要信号に対応するもの）を取り出して、これらを高速フーリエ変換（FFT）する処理を行って、隣接チャネル漏洩電力比（所要信号と不要信号との電力比）を測定している。

【0017】上記図9に示した歪み補償付き送信電力増幅部で行われる歪み補償の方式のように、増幅器で発生する歪みを補償する方式の一つとして、プリディストーション方式がある。このプリディストーション方式では、増幅器の非線形特性の逆特性を予め増幅器に入力される信号に付与することにより増幅器で発生する歪みを補償する。なお、増幅器の非線形特性としては、入力信号のレベルに応じて出力信号のレベルが非線形に変化するAM-AM特性や、入力信号のレベルに応じて出力信号の位相が非線形に変化するAM-PM特性がある。

50 【0018】次に、図11には、このようなプリディストーション方式を採用した装置（プリディストーション歪み補償増幅装置）の他の回路構成例を示してあり、このプリディストーション歪み補償増幅装置には、可変減

衰器 (ATT) 81 及び可変移相器 82 を有したプリディストーション部 71 と、1 又は複数の電力増幅器から構成された電力増幅部 (PA) 72 と、包絡線検出部 73 と、可変減衰器 81 に対応した振幅制御用のテーブル (ATT テーブル) 83 及び可変移相器 82 に対応した移相制御用のテーブル (移相器テーブル) 84 を有した補正用テーブル 74 と、サイドバンド電力測定部 75 と、一定時間積分回路 76 と、制御回路 77 とが備えられている。

【0019】同図に示したプリディストーション歪み補償増幅装置の動作例を示す。すなわち、当該プリディストーション歪み補償増幅装置の入力端から入力された信号は 2 つに分配されて、一方の分配信号がプリディストーション部 71 の可変減衰器 81 に入力され、他方の分配信号が包絡線検出部 73 に入力される。包絡線検出部 73 は、入力信号の包絡線情報 (瞬時電力のレベル) を検出し、当該検出結果を補償用テーブル 74 へ出力する。

【0020】補償用テーブル 74 は、ATT テーブル 83 を参照して、包絡線検出部 73 から入力される包絡線情報に対応した振幅制御用の制御値を読み出し、当該制御値を振幅補償用の制御信号としてプリディストーション部 71 の可変減衰器 81 の制御端子へ出力する。また、補償用テーブル 74 は、移相器テーブル 84 を参照して、包絡線検出部 73 から入力される包絡線情報に対応した移相制御用の制御値を読み出し、当該制御値を位相補償用の制御信号としてプリディストーション部 71 の可変移相器 82 の制御端子へ出力する。

【0021】ここで、ATT テーブル 83 や移相器テーブル 84 は、例えば、包絡線情報を参照アドレスとして当該参照アドレスと制御値とを対応付けて記憶するメモリから構成されている。そして、補償用テーブル 74 は、包絡線検出部 73 から入力される包絡線情報をアドレスとして当該アドレスに対応した制御値を ATT テーブル 83 や移相器テーブル 84 から読み出してプリディストーション回路 71 の可変減衰器 81 や可変移相器 82 へ出力する。

【0022】プリディストーション部 71 の可変減衰器 81 は、補償用テーブル 74 から入力される制御信号により制御される減衰量で、入力信号の振幅を減衰させて可変移相器 82 へ出力する。また、プリディストーション部 71 の可変移相器 82 は、補償用テーブル 74 から入力される制御信号により制御される移相量で、可変減衰器 81 から入力される信号の位相を変化 (移相) させて電力増幅部 72 へ出力する。

【0023】このように、プリディストーション部 71 では、入力された信号に対して当該入力信号の包絡線情報に応じて振幅の補正 (補償) や位相の補正 (補償) が施され、当該補正後の入力信号が電力増幅部 72 へ出力される。電力増幅部 72 は、プリディストーション部 7

1 の可変移相器 82 から入力されるプリディストーション後の入力信号を増幅し、当該増幅信号を当該プリディストーション歪み補償増幅装置の出力端から出力する。

【0024】また、サイドバンド電力測定部 75 や一定時間積分回路 76 や制御回路 77 は、補償用テーブル 74 が有する ATT テーブル 83 や移相器テーブル 84 に記憶される制御値を最適化する処理を行う。具体的には、サイドバンド電力測定部 75 は、電力増幅部 72 から出力される増幅信号の一部を例えば方向性結合器によりカップリングして入力し、当該入力した増幅信号に含まれる隣接チャネル漏洩電力 (サイドバンド成分の電力) を測定して、当該測定電力を一定時間積分回路 76 へ出力する。ここで、隣接チャネル漏洩電力の成分には、電力増幅器 72 で発生した歪み成分が含まれている。

【0025】一定時間積分回路 76 は、サイドバンド電力測定部 75 から入力される隣接チャネル漏洩電力を予め設定された一定時間積分し、当該積分結果を制御回路 77 へ出力する。なお、ここでは隣接チャネル漏洩電力の積分結果を制御回路 77 へ出力する場合を示すが、例えばサイドバンド電力測定部 75 から出力される隣接チャネル漏洩電力を予め設定された一定時間平均化し、当該平均化結果を制御回路 77 へ出力するような構成とすることもでき、この場合、当該平均化結果は例えば前記積分結果を前記一定時間で平均化したものに相当する。

【0026】制御回路 77 は、一定時間積分回路 76 から入力される隣接チャネル漏洩電力の積分結果に基づいて、例えば次のような更新手法により、補償用テーブル 74 の ATT テーブル 83 や移相器テーブル 84 に記憶される制御値を更新する。

【0027】すなわち、ATT テーブル 83 に関して示すと、例えば ATT テーブル 83 に記憶された制御値の一部を変化させ、当該変化させた ATT テーブル 83 の制御値を用いて歪み補償を実行した場合に一定時間積分回路 76 により得られる積分結果と、当該変化を与える前の ATT テーブル 83 の制御値を用いて歪み補償を実行した場合に一定時間積分回路 76 により得られる積分結果とを比較する。そして、比較した 2 つの積分結果の内、値が小さかった方の積分結果が得られた場合における ATT テーブル 83 の制御値をより適切なテーブル値であるとみなして採用する。このような動作を繰り返して実行していくと、ATT テーブル 83 に記憶される制御値を次第に最適な値へ近づけていくことができる。

【0028】また、移相器テーブル 84 に関しても、同様な動作により、当該移相器テーブル 84 に記憶される制御値を次第に最適な値へ近づけていくことができる。なお、ATT テーブル 83 や移相器テーブル 84 に記憶される制御値は、一定時間積分回路 76 により得られる積分結果が最小となるように更新されるのが好ましい。

【0029】次に、図 12 を参照して、増幅器で発生す

10

20

30

40

50

7

る歪みを補償する原理を説明する。同図 (a) には、増幅器の特性として、入力信号のレベル (入力レベル) に対するゲインの特性 P 1 の一例及び入力レベルに対する位相変化の特性 Q 1 の一例を示してあり、横軸は入力レベルを示しており、縦軸はゲインや位相変化を示している。同図 (a) に示されるように、増幅器のゲインや位相変化は、入力レベルが比較的小さい線形領域では一定となるが、入力レベルが比較的大きい非線形領域では入力レベルに応じて非線形に変化する。

【0030】また、同図 (b) には、増幅器の入出力特性として、入力レベルに対する出力信号のレベル (出力レベル) の特性 P 2 の一例及び入力レベルに対する出力信号の位相 (出力位相) の特性 Q 2 の一例を示してあり、横軸は入力レベルを示しており、縦軸は出力レベルや出力位相を示している。同図 (b) に示されるように、上記した線形領域では入力レベルと出力レベルとが比例するとともに出力位相は一定となるが、上記した非線形領域では入力レベルに応じて出力レベルや出力位相が非線形に変化する。そして、このような増幅器では、出力レベルの非線形な変化により振幅歪みが発生し、出力位相の非線形な変化により位相歪みが発生する。

【0031】一方、同図 (c) には、上記のような増幅器で発生する振幅歪みや位相歪みを補償するための補償特性として、入力レベルに対する補償ゲインの特性 P 3 の一例及び入力レベルに対する補償位相変化の特性 Q 3 の一例を示してあり、横軸は入力レベルを示しており、縦軸は補償ゲインや補償位相変化を示している。同図

(c) に示した補償ゲインの特性 P 3 や補償位相変化の特性 Q 3 は同図 (a) に示した増幅器のゲイン P 1 や位相変化 Q 1 を打ち消す特性 (逆特性) を有しており、このような逆特性を有する補償ゲイン P 3 や補償位相変化 Q 3 を増幅器により増幅される信号に与えることで、総じて、増幅器で発生する振幅歪みや位相歪みを補償することができる。

【0032】同図 (d) には、このようにして増幅器で発生する振幅歪みや位相歪みを補償した場合における特性として、入力レベルに対するゲインの特性 P 4 の一例及び入力レベルに対する位相変化の特性 Q 4 の一例を示してあり、横軸は入力レベルを示しており、縦軸はゲインや位相変化を示している。同図 (d) に示されるように、歪み補償後の特性では、入力レベルが比較的大きくなってもゲインや位相変化が一定のままとなる。

【0033】また、同図 (e) には、増幅器で発生する振幅歪みや位相歪みを補償した場合における入出力特性として、入力レベルに対する出力レベルの特性 P 5 の一例及び入力レベルに対する出力位相の特性 Q 5 の一例を示してあり、横軸は入力レベルを示しており、縦軸は出力レベルや出力位相を示している。同図 (e) に示されるように、歪み補償後の入出力特性では、入力レベルが比較的大きくなっても出力レベルが入力レベルに比例す

8

るとともに出力位相が一定のままとなる。

【0034】このように、例えば特性 g を有している増幅器により増幅される信号に対して、当該特性 g とは逆の特性となる補償特性 f を与えることにより、当該信号を歪み補償することができる。ここで、上記図 11 に示した補償用テーブル 74 の A T T テーブル 83 や移相器テーブル 84 には、このような補償特性 f を実現することができる制御値が記憶される。

【0035】なお、プリディストーションに関する従来技術の例を示しておく。例えば特開 2000-78037 号公報に記載された増幅器のプリディストーション装置では、増幅器の入力信号を予め変形してプリディストーションする仕方として、入力信号の微分或いは積分或いはこれらの両方の値に対応した補正係数に基づいて入力信号を変形することが行われており、これにより、信号の広帯域化による隣接チャネル漏洩電力の低減を図り、ベースバンドでの周波数特性の改善を図っている。

【0036】また、例えば特開 2000-201099 号公報に記載されたプリディストーション装置及びその方法では、電力増幅器の入出力特性に関して線形性のよい小電力部分の傾きを保持した当該入出力特性の逆関数から求めたプリディストーション関数を用いてプリディストーションすることにより、精度のよいプリディストーションの実現を図っている。更に具体的には、任意の直線 (例えば関数 $y = x$) を基準として設定し、2 段階のテーブル値を用いて、まず粗くプリディストーション部を制御した後に細かく制御することで、前記基準との誤差を小さくしている。また、この文献には、ベースバンドでの実施例や無線周波数 (R F) 帯での実施例が記載されている。

【0037】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば上記図 11 に示したようなプリディストーション歪み補償増幅装置では、入力信号のレベルに関係無く一定時間観測した隣接チャネル漏洩電力の積分結果を判断材料として補償用テーブル 74 の制御値を更新しているため、例えば C D M A 信号のように入力信号のピークファクタが大きく特定の入力レベルの発生頻度が少ないような信号を処理する場合には、隣接チャネル漏洩電力の積分結果の中に、このように発生頻度が少ない入力レベルに対応した成分が含まれる比率が少なくなってしまうといった不具合があった。

【0038】このため、発生頻度が少ない入力レベルに対応した制御値を更新する場合には、当該入力レベルに対応した隣接チャネル漏洩電力成分の密度が積分結果中で低くなってしまうことから、補償用テーブル 74 の制御値を適切な値へ更新することができなくなってしまうことや、最適な制御値への収束に多大な時間がかかってしまうことや、或いは、制御値が収束しなくなってしまうことなどの問題が生じてしまう。

【0039】本発明は、このような従来の課題を解決するためになされたもので、入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該入力信号のレベルに対応した制御値を用いた制御により補償するに際して、当該制御値を精度のよい値へ更新することができるプリディストーション歪み補償装置などを提供することを目的とする。

【0040】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置では、歪み発生手段が入力信号に歪みを発生させ、入力信号レベル検出手段が入力信号のレベルを検出し、歪み制御手段が入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルに対応した制御値を用いて歪み発生手段により発生させる歪みを制御することで、入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを補償する構成において、次のようにして、当該制御値を更新する。

【0041】すなわち、歪み成分レベル検出手段が増幅器から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出し、積分手段が入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベル毎に歪み成分検出手段により検出される歪み成分のレベルを積分し、制御値更新手段が積分手段により得られる入力信号のレベル毎の積分結果が小さくなるように歪み制御手段により用いられる当該レベルに対応した制御値を更新する。

【0042】従って、入力信号のレベル毎に増幅信号に含まれる歪み成分のレベルが積分されて、当該積分結果に基づいて入力信号のレベル毎に制御値が更新されるため、歪み補償を制御するための制御値を精度のよい値へ更新することができ、これにより、例えば特定の入力レベルの発生頻度が少ないような信号を処理する場合においても、高精度な歪み補償を実現することができる。

【0043】ここで、入力信号としては、種々な信号が用いられてもよい。また、増幅器としては、種々なものが用いられてもよく、例えば単数の増幅器が用いられてもよく、複数の増幅器を組合せたものが用いられてもよい。また、歪み発生手段では、例えば振幅歪みと位相歪みとの両方を発生させるのが好ましいが、いずれか一方のみを発生させる構成とすることも可能である。

【0044】また、入力信号レベル検出手段により検出する入力信号のレベルや、歪み成分レベル検出手段により検出する歪み成分のレベルとしては、種々なレベルが用いられてもよく、例えば電力レベルや振幅レベルなどを用いることができる。また、歪み成分のレベルとしては、例えば入力信号として送信信号が用いられるような場合には、隣接チャネル漏洩電力のレベルなどを用いることができる。

【0045】また、歪み発生手段により発生させる歪みを制御するための制御値としては、例えば発生させる振幅歪みを制御するための制御値や、発生させる位相歪みを制御するための制御値が用いられる。また、発生させ

る振幅歪みや発生させる位相歪みを制御する仕方としては、例えば発生させる振幅歪みの量や発生させる位相歪みの量を制御する仕方が用いられる。

【0046】また、入力信号のレベル毎に歪み成分のレベルを積分する態様としては、例えば複数の積分回路を用いて入力信号の各レベル毎に異なる積分回路により歪み成分のレベルを積分する態様や、また、所定のレベルの入力信号に対応した1個の積分回路を用いて当該所定レベルの入力信号を増幅した場合における歪み成分のレベルを積分する態様などを用いることができる。

【0047】また、入力信号のレベル毎としては、例えば所定の範囲のレベル毎であってもよく、或いは、一点の値のレベル毎であってもよい。つまり、本発明では、例えば入力信号に関して所定のレベル範囲毎に歪み成分のレベルを積分する態様が用いられてもよく、或いは、入力信号に関して一点のレベル値毎に歪み成分のレベルを積分する態様が用いられてもよい。

【0048】また、本発明に言う積分手段により歪み成分のレベルを積分することには、例えば歪み成分のレベルを積分時間や積分回数等で平均化することも含んでおり、このような平均化結果は、実質的に、積分結果を積分時間や積分回数等で除算したものに相当する。また、入力信号のレベル毎の積分結果が小さくなるように当該レベルに対応した制御値を更新するとは、具体的には、例えば或るレベル範囲の入力信号に対応して得られた積分結果が小さくなるように当該レベル範囲に対応した制御値を更新することを言う。

【0049】また、歪み成分レベルの積分結果を小さくする程度としては、好ましくは最小にするのがよいが、実用上で有効に歪み補償が行われる程度であれば、必ずしも最小にされなくともよい。同様に、歪みを補償する程度としては、好ましくは歪みをゼロにするのがよいが、実用上で有効な程度で歪みを低減させることができれば、必ずしもゼロにされなくともよい。

【0050】また、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置では、歪み発生手段が入力信号に歪みを発生させ、入力信号レベル検出手段が入力信号のレベルを検出し、歪み制御手段が入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルに対応した制御値を用いて歪み発生手段により発生させる歪みを制御することで、入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを補償する構成において、次のようにして、当該制御値を更新する。

【0051】すなわち、歪み成分レベル検出手段が増幅器から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出し、カウント手段が入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルが所定のレベルである入力をカウントし、積分手段が入力信号レベル検出手段により検出される入力信号のレベルが当該所定レベルである場合に歪み成分検出手段により検出される歪み成分のレベルをカウント手段により所定の値がカウントされる

までの期間積分し、制御値更新手段が積分手段の積分結果が小さくなるように歪み制御手段により用いられる当該所定レベルに対応した制御値を更新する。

【0052】従って、所定のレベルの入力信号を増幅した場合における歪み成分のレベルが所定のカウンタ値に対応した期間積分されて、当該積分結果に基づいて当該所定レベルに対応した制御値が更新されるため、歪み補償を制御するための制御値を精度のよい値へ更新することができ、これにより、例えば特定の入力レベルの発生頻度が少ないような信号を処理する場合においても、高精度な歪み補償を実現することができる。

【0053】ここで、入力信号の所定のレベルとしては、種々なレベルが用いられてもよく、例えばレベル範囲が用いられてもよく、一点のレベル値が用いられてもよい。また、入力信号のレベルが所定のレベルである入力をカウンタする仕方としては、例えば当該所定レベルの入力信号が入力された場合にカウンタ値を+1増加させて入力回数をカウンタする仕方や、当該所定レベルの入力信号が予め設定された時間以上続いた場合にカウンタ値を+1増加させてこのような入力回数をカウンタする仕方や、或いは、当該所定レベルの入力信号が入力された時間をカウンタして入力時間をカウンタする仕方などを用いることができる。

【0054】また、カウンタ手段によりカウンタする所定の値としては、例えば制御値の更新を適切に行うことができるような値であれば、種々な値が用いられてもよい。上記のように、本発明では、このような所定の値がカウンタ手段によりカウンタされるまでの期間、入力信号のレベルが所定レベルである場合における歪み成分のレベルが積分されて、当該積分結果が制御値の更新に用いられる。

【0055】また、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置では、好ましい態様として、歪み制御手段を、入力信号のレベルと制御値とを対応付けて記憶するメモリを用いて構成した。ここで、メモリとしては、種々なものが用いられてもよい。

【0056】また、以上に示したようなプリディストーション歪み補償装置は、例えばW-CDMA方式等のCDMA方式を採用した無線基地局装置や無線中継増幅装置に適用するのに好適なものである。具体的には、本発明に係るCDMA無線基地局装置では、以上に示したようなプリディストーション歪み補償装置を備え、送信信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該プリディストーション歪み補償装置により補償する。また、本発明に係るCDMA無線中継増幅装置では、以上に示したようなプリディストーション歪み補償装置を備え、送信信号を増幅する増幅器で発生する歪みを当該プリディストーション歪み補償装置により補償する。

【0057】

【発明の実施の形態】本発明の第1実施例に係るプリデ

ィストーション歪み補償増幅装置を図面を参照して説明する。図1には、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置を適用した本例のプリディストーション歪み補償増幅装置の回路構成例を示してあり、このプリディストーション歪み補償増幅装置には、プリディストーション方式により歪み補償して信号を増幅する歪み補償増幅回路部として、可変減衰器(A TT) 11及び可変移相器12を有したプリディストーション部1と、1又は複数の電力増幅器から構成された電力増幅部(PA) 2と、包絡線検出部3と、可変減衰器11に対応した振幅制御用のテーブル(A TTテーブル) 13及び可変移相器12に対応した移相制御用のテーブル(移相器テーブル) 14を有した補正用テーブル4とが備えられている。

【0058】また、同図に示した本例のプリディストーション歪み補償増幅装置には、フィードバックを用いて補償用テーブル4のA TTテーブル13や移相器テーブル14に記憶される制御値を更新する制御値更新回路部として、サイドバンド電力測定部5と、量子化回路6と、一入力対多出力の第1の選択回路7と、N個の積分回路K1~KNから成る積分回路群8と、多入力対一出力の第2の選択回路9と、制御回路10とが備えられている。ここで、Nは任意の複数である。

【0059】まず、歪み補償増幅回路部の構成例や動作例を説明する。本例の歪み補償増幅回路部の構成や動作は、例えば上記図11に示したものとほぼ同様である。具体的には、本例のプリディストーション歪み補償増幅装置の入力端から入力された信号は2つに分配されて、一方の分配信号がプリディストーション部1の可変減衰器11に入力され、他方の分配信号が包絡線検出部3に入力される。包絡線検出部3は、入力信号の包絡線情報(瞬時電力のレベル)を検出し、当該検出結果を補償用テーブル4及び量子化回路6へ出力する。

【0060】補償用テーブル4は、A TTテーブル13を参照して、包絡線検出部3から入力される包絡線情報に対応した振幅制御用の制御値を読み出し、当該制御値を振幅補償用の制御信号としてプリディストーション部1の可変減衰器11の制御端子へ出力する。また、補償用テーブル4は、移相器テーブル14を参照して、包絡線検出部3から入力される包絡線情報に対応した移相制御用の制御値を読み出し、当該制御値を位相補償用の制御信号としてプリディストーション部1の可変移相器12の制御端子へ出力する。

【0061】ここで、A TTテーブル13や移相器テーブル14は、例えば、包絡線情報を参照アドレスとして当該参照アドレスと制御値とを対応付けて記憶するメモリから構成されている。そして、補償用テーブル4は、包絡線検出部3から入力される包絡線情報をアドレスとして当該アドレスに対応した制御値をA TTテーブル13や移相器テーブル14から読み出してプリディスト

ション回路 1 の可変減衰器 11 や可変移相器 12 へ出力する。

【0062】プリディストーション部 1 の可変減衰器 11 は、補償用テーブル 4 から入力される制御信号により制御される減衰量で、入力信号の振幅を減衰させて可変移相器 12 へ出力する。また、プリディストーション部 1 の可変移相器 12 は、補償用テーブル 4 から入力される制御信号により制御される移相量で、可変減衰器 11 から入力される信号の位相を変化（移相）させて電力増幅部 2 へ出力する。

【0063】このように、プリディストーション部 1 では、入力された信号に対して当該入力信号の包絡線情報に応じて振幅の補正（補償）や位相の補正（補償）が施され、当該補正後の入力信号が電力増幅部 2 へ出力される。電力増幅部 2 は、プリディストーション部 1 の可変移相器 12 から入力されるプリディストーション後の入力信号を増幅し、当該増幅信号を本例のプリディストーション歪み補償増幅装置の出力端から出力する。

【0064】次に、制御値更新回路部の構成例や動作例を説明する。本例の制御値更新回路部では、測定された隣接チャネル漏洩電力を積分する積分回路 K1～KN を複数備えており、これら N 個の積分回路 K1～KN から成る積分回路群 8 の入力側に一入力対多出力の第 1 の選択回路 7 を備えるとともに、当該積分回路群 8 の出力側に多入力対一出力の第 2 の選択回路 9 を備えている。また、第 1 の選択回路 7 はその制御端子に量子化回路 6 から出力されるデジタル値が入力されて制御される構成となっており、第 2 の選択回路 9 はその制御端子に制御回路 10 から出力される選択信号が入力されて制御される構成となっている。

【0065】具体的には、サイドバンド電力測定部 5 は、電力増幅部 2 から出力される増幅信号の一部を例えば方向性結合器によりカップリングして入力し、当該入力した増幅信号に含まれる隣接チャネル漏洩電力（サイドバンド成分の電力）を測定して、当該測定電力を第 1 の選択回路 7 へ出力する。ここで、隣接チャネル漏洩電力の成分には、電力増幅器 2 で発生した歪み成分が含まれている。

【0066】量子化回路 6 は、包絡線検出部 3 から入力される包絡線情報をデジタル値へ変換し、変換したデジタル値を第 1 の選択回路 7 の制御端子へ出力する。第 1 の選択回路 7 は、サイドバンド電力測定部 7 から出力される隣接チャネル漏洩電力を入力し、量子化回路 6 から入力されるデジタル値に応じて、当該隣接チャネル漏洩電力を出力する先として N 個の積分回路 K1～KN の中から 1 個の積分回路を選択して切り替える。

【0067】ここで、本例では、N 個の積分回路 K1～KN のそれぞれに対して予め異なる入力信号のレベル範囲が設定されている。そして、第 1 の選択回路 7 は、量子化回路 6 から入力されるデジタル値に応じて、当該デ

ジタル値に対応した入力信号のレベルを含むレベル範囲が設定された積分回路を選択して、隣接チャネル漏洩電力の出力先を当該積分回路へ切り替える。

【0068】各積分回路 K1～KN は、第 1 の選択回路 5 から入力される隣接チャネル漏洩電力を積分し、当該積分結果を第 2 の選択回路 9 へ出力する。なお、本例では隣接チャネル漏洩電力の積分結果を第 2 の選択回路 9 を介して制御回路 10 へ出力する場合を示すが、例えば第 1 の選択回路 7 から出力される隣接チャネル漏洩電力を平均化し、当該平均化結果を第 2 の選択回路 9 を介して制御回路 10 へ出力するような構成とすることもできる。

【0069】第 2 の選択回路 9 は、例えば制御回路 10 から入力される選択信号により制御されて、N 個の積分回路 K1～KN の中から 1 個の積分回路を選択して、選択した積分回路により得られた積分結果を制御回路 10 へ出力するように切り替える。制御回路 10 は、第 2 の選択回路 9 の制御端子へ選択信号を出力して当該第 2 の選択回路 9 を制御することにより、更新しようとする補償用テーブル 4 の制御値に対応した入力信号レベルを含むレベル範囲が設定された積分回路による積分結果のみが選択されて当該制御回路 10 へ入力されるようにする。また、制御回路 10 は、例えば各積分回路 K1～KN 毎に積分を継続的に行っている期間を管理する。

【0070】このようにすると、制御回路 10 には、入力信号の各レベル範囲毎に分類された隣接チャネル漏洩電力の積分結果が各積分回路 K1～KN から入力されることとなる。また、制御回路 10 では、各積分回路 K1～KN から入力される積分結果が得られた積分時間を把握することができる。

【0071】なお、本例では、制御回路 10 が任意のタイミングで第 2 の選択回路 9 を制御して積分結果を入力することが可能な構成としたが、例えば各積分回路 K1～KN がそれぞれ所定の期間を計時して当該所定期間を計時したタイミングで第 2 の選択回路 9 を制御して当該各積分回路 K1～KN により得られた積分結果を当該第 2 の選択回路 9 を介して制御回路 10 へ出力するようにして、当該タイミングを各積分回路 K1～KN 毎にずらしておくような構成とすることも可能である。

【0072】また、例えば各積分回路 K1～KN へ入力される隣接チャネル漏洩電力や蓄積される積分値を監視して、当該隣接チャネル漏洩電力や当該積分値が所定の閾値を超えた場合に第 2 の選択回路 9 を制御して当該閾値を超えた積分回路により得られた積分結果を当該第 2 の選択回路 9 を介して制御回路 10 へ出力するような構成とすることも可能である。

【0073】また、制御回路 10 は、第 2 の選択回路 9 から入力される隣接チャネル漏洩電力の積分結果に基づいて、例えば次のような更新手法により、補償用テーブル 4 の A T T テーブル 13 や移相器テーブル 14 に記憶

される制御値を更新する。

【0074】すなわち、ATTテーブル13に関して示すと、例えば積分結果を取得する積分回路に設定された入力信号のレベル範囲に対応したテーブル部分について、ATTテーブル13に記憶された制御値の一部を変化させ、当該変化させたATTテーブル13の制御値を用いて歪み補償を実行した場合に得られる積分結果と、当該変化を与える前のATTテーブル13の制御値を用いて歪み補償を実行した場合に得られる積分結果とを比較する。そして、比較した2つの積分結果の中で値が小さい方の積分結果が得られた場合におけるATTテーブル13の制御値をより適切なテーブル値であるとみなして採用する。このような動作を繰り返して実行していくと、ATTテーブル13に記憶される制御値を次第に最適な値へ近づけていくことができる。

【0075】また、移相器テーブル14に関しても、同様な動作により、当該移相器テーブル14に記憶される制御値を次第に最適な値へ近づけていくことができる。なお、ATTテーブル13や移相器テーブル14に記憶される制御値は、各積分回路K1～KNにより得られる積分結果が最小となるように更新されるのが好ましい。

【0076】ここで、図2には、本例の補償用テーブル4が有するATTテーブル13により実現される振幅歪みの補償値の一例を(a)として示してあるとともに、移相器テーブル14により実現される位相歪みの補償値の一例を(b)として示してある。また、同図中の横軸はATTテーブル13や位相器テーブル14の参照用アドレスを示しており、縦軸は補償値を示している。また、参照用アドレスは入力信号のレベルに対応している。なお、ここでは、補償用テーブル4がDSPの内部に16ビットを用いて構成された場合を示してある。

【0077】同図に示されるように、振幅歪みの補償値に関しては、入力信号のレベルに対応した参照用アドレスに応じて補償値となるゲインが決定され、ATTテーブル13には当該参照用アドレスに対応して当該ゲインを実現する制御値が記憶される。なお、本例では、可変減衰器11の減衰量が補償値となるゲインに相当する。同様に、同図に示されるように、位相歪みの補償値に関しては、入力信号のレベルに対応した参照用アドレスに応じて補償値となる位相変化が決定され、移相器テーブル14には当該参照用アドレスに対応して当該位相変化を実現する制御値が記憶される。なお、本例では、可変移相器12の移相量が補償値となる位相変化に相当する。

【0078】また、同図には、一例として、入力信号のレベルに対応する参照用アドレスを例えば等間隔に8段階のレベル範囲～に分類した場合を示してあり、この場合には、積分回路群8に備える積分回路K1～KNの個数Nを8個にして、各積分回路K1～K8に各レベル範囲～を設定する。そして、各積分回路K1～K

8では、各レベル範囲～毎に当該レベル範囲に含まれる入力信号レベルに対応した隣接チャネル漏洩電力を積分する。

【0079】なお、ソフトウェア的にプログラミングや処理を行う場合には、上記した8段階のレベル分けのように、2のべき乗の値でレベル分けを行うと、プログラミングや演算処理を容易に行うことができて好ましい。また、例えば8段階のレベル分けを基本として、各レベル範囲を更に細かくレベル分けして16段階等のレベル分けを行うことにより、更に正確な制御値の更新を行うこともできる。

【0080】また、例えば入力信号のレベルに対応する参照用アドレスに応じた補償値が急峻な部分については他の部分と比べてレベル範囲を細かく分類することにより、更に正確な制御値の更新を行うこともできる。具体的に、同図の例では、参照用アドレスが“768”～“1024”辺りの部分を細かくレベル分けすると好ましい。

【0081】以上のように、本例のプリディストーション歪み補償増幅装置では、入力信号のレベルに対応した制御値を用いて当該入力信号をプリディストーションして電力増幅部2により増幅するに際して、増幅信号に含まれる隣接チャネル漏洩電力を入力信号のレベル毎に異なる積分回路K1～KNにより積分し、更新しようとする制御値に対応した入力信号レベルに応じてこれら複数の積分回路K1～KNの中から1個の積分回路を選択して、当該積分回路により得られた積分結果に基づいて当該制御値を更新することが行われる。

【0082】従って、制御値を更新するために用いられる隣接チャネル漏洩電力の積分結果に、当該制御値に対応した入力信号のレベル範囲に応じた成分のみが含まれる一方、他のレベル範囲に応じた成分が含まれなくなつて、つまり、更新しようとする制御値に対応した入力信号のレベル範囲とは関係の無いレベル範囲に応じた成分が含まれなくなるため、正確に且つスムーズに制御値を最適な値へ更新することができる。

【0083】なお、本例では、プリディストーション部1が有する可変減衰器11や可変移相器12が入力信号に振幅歪みや位相歪みを発生させる機能により、歪み発生手段が構成されている。また、本例では、包絡線検出部3が入力信号のレベルを検出する機能により、入力信号レベル検出手段が構成されている。

【0084】また、本例では、補償用テーブル4が入力信号のレベルに対応した制御値を用いて入力信号に発生させる振幅歪みや位相歪みを制御する機能により、歪み制御手段が構成されている。なお、本例では、入力信号のレベルと制御値とを対応付けて記憶するメモリを用いて歪み制御手段が構成されている。また、本例では、電力増幅部2が、歪み補償の対象となる増幅器に相当する。

【0085】また、本例では、サイドバンド電力測定部 5 が電力増幅器 2 から出力される増幅信号に含まれる隣接チャネル漏洩電力を歪み成分のレベルとして検出する機能により、歪み成分レベル検出手段が構成されている。また、本例では、複数の積分回路 K1～KN が第 1 の選択回路 7 による選択切替により入力信号のレベル毎に歪み成分のレベルを積分する機能により、積分手段が構成されている。また、本例では、制御回路 10 が第 2 の選択回路 9 による選択切替により入力信号のレベル毎の積分結果が小さくなるように当該レベルに対応した補償用テーブル 4 の制御値を更新する機能により、制御値更新手段が構成されている。

【0086】次に、本発明の第 2 実施例に係るプリディストーション歪み補償増幅装置を図 3 を参照して説明する。同図には、本例に係るプリディストーション歪み補償増幅装置の回路構成例を示してあり、このプリディストーション歪み補償増幅装置は、上記第 1 実施例の図 1 に示したものと同様な歪み補償増幅回路部と、同図に示したものと異なる構成を有した制御値更新回路部とから構成されている。

【0087】具体的には、本例の歪み補償増幅回路部には、可変減衰器 (ATT) 11 及び可変移相器 12 を有したプリディストーション部 1 と、1 又は複数の電力増幅器から構成された電力増幅部 (PA) 2 と、包絡線検出部 3 と、可変減衰器 11 に対応した振幅制御用のテーブル (ATT テーブル) 13 及び可変移相器 12 に対応した移相制御用のテーブル (移相器テーブル) 14 を有した補正用テーブル 4 とが備えられている。なお、これらの各処理部 1～4、11～14 は、例えば上記第 1 実施例の図 1 に示したものと同様であり、本例では説明の便宜上から、同図に示した符号と同じ符号を用いて示す。

【0088】また、本例の制御値更新回路部には、サイドバンド電力測定部 21 と、量子化回路 22 と、比較回路 23 と、カウンタ 24 と、切替回路 25 と、積分回路 26 と、制御回路 27 とが備えられている。以下では、上記第 1 実施例の図 1 で示したものと同様な部分の説明を省略し、本例の特徴部分である制御値更新回路部の構成例や動作例を詳しく説明する。

【0089】サイドバンド電力測定部 21 は、電力増幅部 2 から出力される増幅信号の一部を例えば方向性結合器によりカップリングして入力し、当該入力した増幅信号に含まれる隣接チャネル漏洩電力 (サイドバンド成分の電力) を測定して、当該測定電力を切替回路 25 へ出力する。ここで、隣接チャネル漏洩電力の成分には、電力増幅器 2 で発生した歪み成分が含まれている。

【0090】量子化回路 22 は、包絡線検出部 3 から入力される包絡線情報をデジタル値へ変換し、変換したデジタル値を比較回路 23 へ出力する。比較回路 23 は、制御回路 27 から入力される閾値情報に基づくレベル範

囲に、量子化回路 22 から入力されるデジタル値に対応した入力信号のレベルが含まれるか否かを判定し、含まれると判定した場合には所定のオン信号を切替回路 25 の制御端子及びカウンタ 24 へ出力する一方、含まれないと判定した場合には所定のオフ信号を切替回路 25 の制御端子及びカウンタ 24 へ出力する。ここで、制御回路 27 から比較回路 23 へは、例えば更新しようとする制御値に対応した入力信号レベルを含むレベル範囲の上限と下限を特定する閾値情報が出力される。

【0091】カウンタ 24 は、カウント値をカウントする機能を有しており、比較回路 23 からオン信号が入力される度にカウント値を +1 増加させ、当該カウント値を制御回路 27 に通知する。切替回路 25 は、比較回路 23 からオン信号が入力された場合にはスイッチを閉じることにより、サイドバンド電力測定部 21 から入力される隣接チャネル漏洩電力を積分回路 26 へ出力する一方、比較回路 23 からオフ信号が入力された場合にはスイッチを開くことにより、サイドバンド電力測定部 21 から入力される隣接チャネル漏洩電力を積分回路 26 へ出力しないようにする。

【0092】積分回路 26 は、切替回路 25 から入力される隣接チャネル漏洩電力を積分し、当該積分結果を制御回路 27 へ出力する。制御回路 27 は、上記のような閾値情報を比較回路 23 へ出力することにより、当該閾値情報に基づくレベル範囲の入力信号に対応した隣接チャネル漏洩電力が積分回路 26 により積分されるようにする。このようにすると、制御回路 27 には、閾値情報に応じて、入力信号の各レベル範囲毎に分類された隣接チャネル漏洩電力の積分結果が入力されることとなる。

【0093】また、制御回路 27 は、カウンタ 24 のカウント値を入力することで、閾値情報に基づくレベル範囲の入力信号に対応した隣接チャネル漏洩電力が積分回路 26 に入力されて積分された回数を把握することができる。つまり、この回数はカウンタ 24 のカウント値に相当する。そして、制御回路 27 は、積分回路 26 から入力される隣接チャネル漏洩電力の積分結果に基づいて、補償用テーブル 4 の ATT テーブル 13 や移相器テーブル 14 に記憶される制御値を更新する。また、制御回路 27 は、必要に応じて、カウンタ 24 のカウント値をゼロにリセットすることや、比較回路 23 へ出力する閾値情報を変更することができる。

【0094】なお、本例では、カウンタ 24 のカウント値が所定の値になったときに制御回路 27 が積分回路 26 による積分結果を取得して当該積分結果に基づいて制御値を更新する構成としたが、例えばカウンタ 24 のカウント値が所定の値になったことに応じて積分回路 26 を動作させて当該積分回路 24 から制御回路 27 へ積分結果を出力させる手段を備えて、制御回路 27 が当該積分結果の入力に応じて制御値を更新するような構成を用いることも可能である。

【0095】以上のように、本例のプリディストーション歪み補償増幅装置では、入力信号のレベルに対応した制御値を用いて当該入力信号をプリディストーションして電力増幅部 2 により増幅するに際して、更新しようとする制御値に対応した入力信号のレベル範囲毎に当該レベルの入力信号の入力回数をカウンタ 24 によりカウントし、当該カウンタ 24 のカウント値が所定の値になったときに積分回路 26 による隣接チャネル漏洩電力の積分結果を制御回路 27 により取得して当該積分結果に基づいて当該制御値を更新することが行われる。

【0096】従って、制御値を更新するために用いられる隣接チャネル漏洩電力の積分結果に、当該制御値に対応した入力信号のレベル範囲に応じた成分のみが含まれる一方、他のレベル範囲に応じた成分が含まれなくなつて、つまり、更新しようとする制御値に対応した入力信号のレベル範囲とは関係の無いレベル範囲に応じた成分が含まれなくなるため、正確に且つスムーズに制御値を最適な値へ更新することができる。

【0097】なお、本例では、サイドバンド電力測定部 21 が電力増幅器 2 から出力される増幅信号に含まれる隣接チャネル漏洩電力を歪み成分のレベルとして検出する機能により、歪み成分レベル検出手段が構成されている。また、本例では、カウンタ 24 が比較回路 23 からのオン信号に基づいて入力信号のレベルが所定のレベルである入力をカウントする機能により、カウント手段が構成されている。

【0098】また、本例では、積分回路 26 が切替回路 25 による切替により入力信号のレベルが所定レベルである場合における隣接チャネル漏洩電力を歪み成分のレベルとして、カウンタ 24 により所定の値がカウントされるまでの期間積分する機能により、積分手段が構成されている。また、本例では、制御回路 27 が積分回路 26 による積分結果が小さくなるように所定の入力信号レベルに対応した補償用テーブル 4 の制御値を更新する機能により、制御値更新手段が構成されている。

【0099】次に、本発明の第 3 実施例に係る基地局装置を図面を参照して説明する。本例では、W-CDMA 方式等の CDMA 方式を採用して移動局装置と無線通信する基地局装置を例として示す。本例の基地局装置は、大別すると、例えば信号処理や制御を行う MDE 部（無線変復調部）と、共通増幅器（C-AMP）等を備えた増幅器部とから構成されている。

【0100】図 4 には、本例の基地局装置の概略的な構成例を示してある。同図に示されるように、本例の基地局装置には、例えば有線伝送路を介して他の基地局装置等との間で信号を通信するためのインタフェース部 31 と、ベースバンド信号を処理するベースバンド信号処理部 32 と、無線周波数帯の信号を送受信処理する無線送受信部 33 と、例えば上記第 1 実施例や上記第 2 実施例に示したプリディストーション歪み補償増幅装置と同様

な歪み補償機能を有して増幅器により送信信号を増幅する送信電力増幅部 34 と、アンテナ 36 を用いて無線信号を送受信するアンテナ部 35 と、当該アンテナ 36 と、これら各処理部 31～36 により行われる各種の処理を制御等する制御部 37 とが備えられている。

【0101】ここで、本例では、例えばインタフェース部 31 やベースバンド信号処理部 32 や無線送受信部 33 や制御部 37 から上記した MDE 部が構成されており、例えば送信電力増幅部 34 から上記した増幅器部が構成されている。

【0102】次に、本例の基地局装置により行われる処理の一例を示す。すなわち、送信処理においては、例えばインタフェース部 31 により他の基地局装置等から有線伝送路を介して受信した信号をベースバンド信号処理部 32 によりベースバンド処理した後に無線送受信部 33 により無線周波数帯の信号へ変換し、当該無線周波数帯の信号（送信信号）を送信電力増幅部 34 により増幅した後に、当該増幅信号をアンテナ部 35 によりアンテナ 36 から移動局装置等に対して無線送信する。

【0103】また、受信処理においては、例えば移動局装置等から無線送信された信号をアンテナ 36 を介してアンテナ部 35 により受信し、当該受信信号を無線送受信部 33 により受信処理した後にベースバンド信号処理部 32 によりベースバンド処理し、その後、当該受信信号をインタフェース部 31 により有線伝送路を介して他の基地局装置等へ送信する。

【0104】以上のように、本例の基地局装置では、例えば上記第 1 実施例や上記第 2 実施例に示したプリディストーション歪み補償増幅装置と同様な歪み補償機能を備えて増幅器で発生する歪みを補償することが行われるため、上記第 1 実施例や上記第 2 実施例で述べたのと同様に、歪み補償に用いられる制御値を正確に且つスムーズに最適な値へ更新することができる。

【0105】なお、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置は、例えば W-CDMA の基地局装置に備えられる送信信号増幅部や共通増幅器のようにマルチチャネルの信号を処理する増幅部に適用するのに特に有効なものであるが、例えば TDMA（Time Division Multiple Access）方式や FDMA（Frequency Division Multiple Access）方式等といった他の通信方式を採用した基地局装置などに本発明を適用することも可能である。

【0106】また、本例の基地局装置では、好ましい態様として、上記したように本発明に係る歪み補償機能を用いて送信信号を共通増幅器で増幅する構成としてあり、このような共通増幅器を用いた増幅器部の構成例を、通常の増幅器（ここでは、共通増幅器ではない増幅器）を用いた増幅器部の構成例と比較して説明する。

【0107】まず、図 5 には、通常の増幅器を用いた増幅器部（個別増幅を行う増幅器部）の構成例を示してあり、この増幅器部では、例えば異なる周波数 f_1 、 f_2

の信号をそれぞれの周波数毎に個別に増幅した後に、それぞれの周波数 f_1 、 f_2 の増幅信号を合成する仕方をを用いる。具体的には、周波数 f_1 の信号は増幅器 41 で増幅される一方、他の周波数 f_2 の信号は他の増幅器 42 で増幅され、これら 2 つの増幅信号が合成器 43 により合成される。なお、各増幅器 41、42 ではその非線型性により歪み（隣接チャネル漏洩電力）が発生する。

【0108】このような増幅器部では、広帯域合成を行うことから、合成器 43 でそれぞれの周波数 f_1 、 f_2 の信号に対して 3 dB の損失が発生する。このため、例えば合成器 43 からそれぞれの周波数 f_1 、 f_2 の信号を $P[W]$ で出力する場合には、それぞれの増幅器 41、42 ではそれぞれの周波数 f_1 、 f_2 の信号を $2P[W]$ にまで増幅して出力しなければならず、増幅器効率が単体動作の時の $1/2$ になってしまう。

【0109】一方、図 6 には、共通増幅器を用いた増幅器部（共通増幅を行う増幅器部）の構成例を示してあり、この増幅器部では、例えば異なる複数の周波数 f_1 、 f_2 の信号をまとめて増幅（共通増幅）する仕方をを用いる。具体的には、例えば上記図 6 に示した増幅器部では、異なる 2 つの周波数 f_1 、 f_2 の信号が合成された信号が分配器 51 により等分配（なお、周波数毎の分配ではなく例えば電力の分配）され、各分配信号が各共通増幅器 52、53 により増幅された後に合成器 54 により合成される。なお、各共通増幅器 52、53 ではその非線型性により歪み（隣接チャネル漏洩電力）が発生するとともに、2 つの異なる周波数 f_1 、 f_2 の信号による相互変調歪みが発生する。

【0110】このような増幅器部では、例えば上記のように共通増幅器 52、53 からの 2 つの出力を並列的に合成している。そして、このような並列合成では同一信号を合成することから、上記図 5 に示した増幅器部とは異なり、合成損失は発生しない。このため、例えば合成器 54 から 2 つの周波数 f_1 、 f_2 の合成信号を P

$[W]$ で出力する場合には、各共通増幅器 52、53 ではそれぞれ 2 つの周波数 f_1 、 f_2 の合成信号を P

$[W]$ に増幅して出力すればよく、上記図 5 に示した増幅器部と比べて、増幅器効率がよくて好ましい。

【0111】なお、上記第 3 実施例では、送信信号を増幅する増幅器で発生する歪みをプリディストーション歪み補償装置により補償する CDMA 無線基地局装置の例を示したが、例えば送信信号を増幅する増幅器で発生する歪みをプリディストーション歪み補償装置により補償する CDMA 無線中継増幅装置を構成することもできる。

【0112】ここで、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置などの構成としては、必ずしも以上に示したものに限られず、種々な構成が用いられてもよい。また、本発明の適用分野としては、必ずしも以上に示したものに限られず、本発明は、種々な分野に適用するこ

とが可能なるものである。

【0113】一例として、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置の適用分野としては、必ずしも基地局装置や中継増幅装置に限られず、増幅器で発生する歪みを補償することが必要な移動局装置等の種々な装置に適用することも可能である。ここで、移動局装置としては、例えば携帯電話端末装置や PHS (Personal Handy phone System) 端末装置などがある。

【0114】また、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置の技術思想を、例えば増幅器の出力側にディストーション部を備えて、当該ディストーション部が増幅器から出力される信号に増幅器で発生する歪みと逆の歪みを発生させることにより増幅器で発生する歪みを補償するような歪み補償装置に適用することも可能である。

【0115】また、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置などにおいて行われる各種の処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサが ROM に格納された制御プログラムを実行することにより制御される構成が用いられてもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピーディスクや CD-ROM 等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体や当該プログラム（自体）として把握することもでき、当該制御プログラムを記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

【0116】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置などによると、入力信号のレベルの検出結果に対応した制御値を用いて入力信号に発生させる歪みを制御して、入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを補償する構成において、増幅器から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出し、検出される入力信号のレベル毎に検出される歪み成分のレベルを積分し、入力信号のレベル毎の積分結果が小さくなるように歪み制御に用いられる当該レベルに対応した制御値を更新するようにしたため、歪み補償を制御するための制御値を精度のよい値へ更新することができ、これにより、例えば特定の入力レベルの発生頻度が少ないような信号を処理する場合においても、高精度な歪み補償を実現することができる。

【0117】また、本発明に係るプリディストーション歪み補償装置などによると、入力信号のレベルの検出結果に対応した制御値を用いて入力信号に発生させる歪みを制御して、入力信号を増幅する増幅器で発生する歪みを補償する構成において、増幅器から出力される増幅信号に含まれる歪み成分のレベルを検出し、検出される入

力信号のレベルが所定のレベルである入力をカウントし、検出される入力信号のレベルが当該所定レベルである場合に検出される歪み成分のレベルを所定の値がカウントされるまでの期間積分し、当該積分結果が小さくなるように歪み制御に用いられる当該所定レベルに対応した制御値を更新するようにしたため、歪み補償を制御するための制御値を精度のよい値へ更新することができ、これにより、例えば特定の入力レベルの発生頻度が少ないような信号を処理する場合においても、高精度な歪み補償を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例に係るプリディストーション歪み補償増幅装置の回路構成例を示す図である。

【図 2】 参照用アドレスと補償値との対応の一例を示す図である。

【図 3】 本発明の第 2 実施例に係るプリディストーション歪み補償増幅装置の回路構成例を示す図である。

【図 4】 本発明の第 3 実施例に係る基地局装置の概略的な構成例を示す図である。

【図 5】 個別増幅を行う増幅器部の構成例を示す図である。

【図 6】 共通増幅を行う増幅器部の構成例を示す図である。

【図 7】 増幅器に入力される前の送信信号のスペクトラムの一例を示す図である。

【図 8】 歪み補償が行われない場合において送信信号

が増幅器により増幅されて出力される信号のスペクトラムの一例を示す図である。

【図 9】 従来例に係る歪み補償付き送信電力増幅部の構成例を示す図である。

【図 10】 歪み補償が行われる場合において送信信号が増幅器により増幅されて出力される信号のスペクトラムの一例を示す図である。

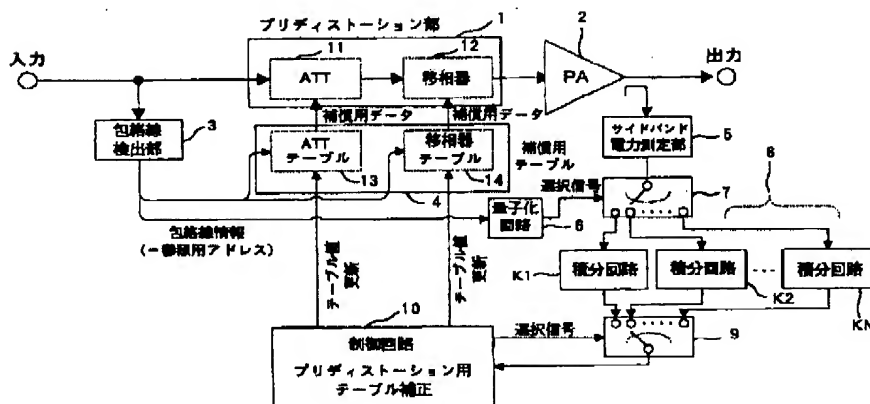
【図 11】 プリディストーション歪み補償増幅装置の回路構成例を示す図である。

10 【図 12】 歪み補償の原理を説明するための図である。

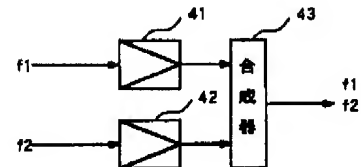
【符号の説明】

1・・・プリディストーション部、 2・・・電力増幅部、
3・・・包絡線検出部、 4・・・補償用テーブル、 5、21・・・サイドバンド電力測定部、 6、22・・・量子化回路、 7、9・・・選択回路、 8・・・積分回路群、 K1～KN、26・・・積分回路、 10、27・・・制御回路、 11・・・可変減衰器、 12・・・可変移相器、 13・・・ATTテーブル、 14・・・移相器テーブル、 23・・・比較回路、 24・・・カウンタ、 25・・・切替回路、 31・・・インタフェース部、 32・・・ベースバンド信号処理部、 33・・・無線送受信部、 34・・・送信電力増幅部、 35・・・アンテナ部、 36・・・アンテナ、 37・・・制御部、 41、42・・・増幅器、 43、54・・・合成器、 51・・・分配器、 52、53・・・共通増幅器、

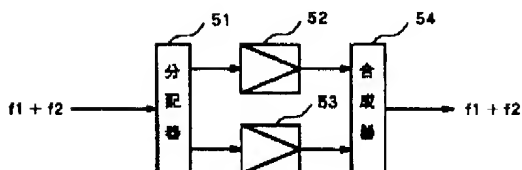
【図 1】



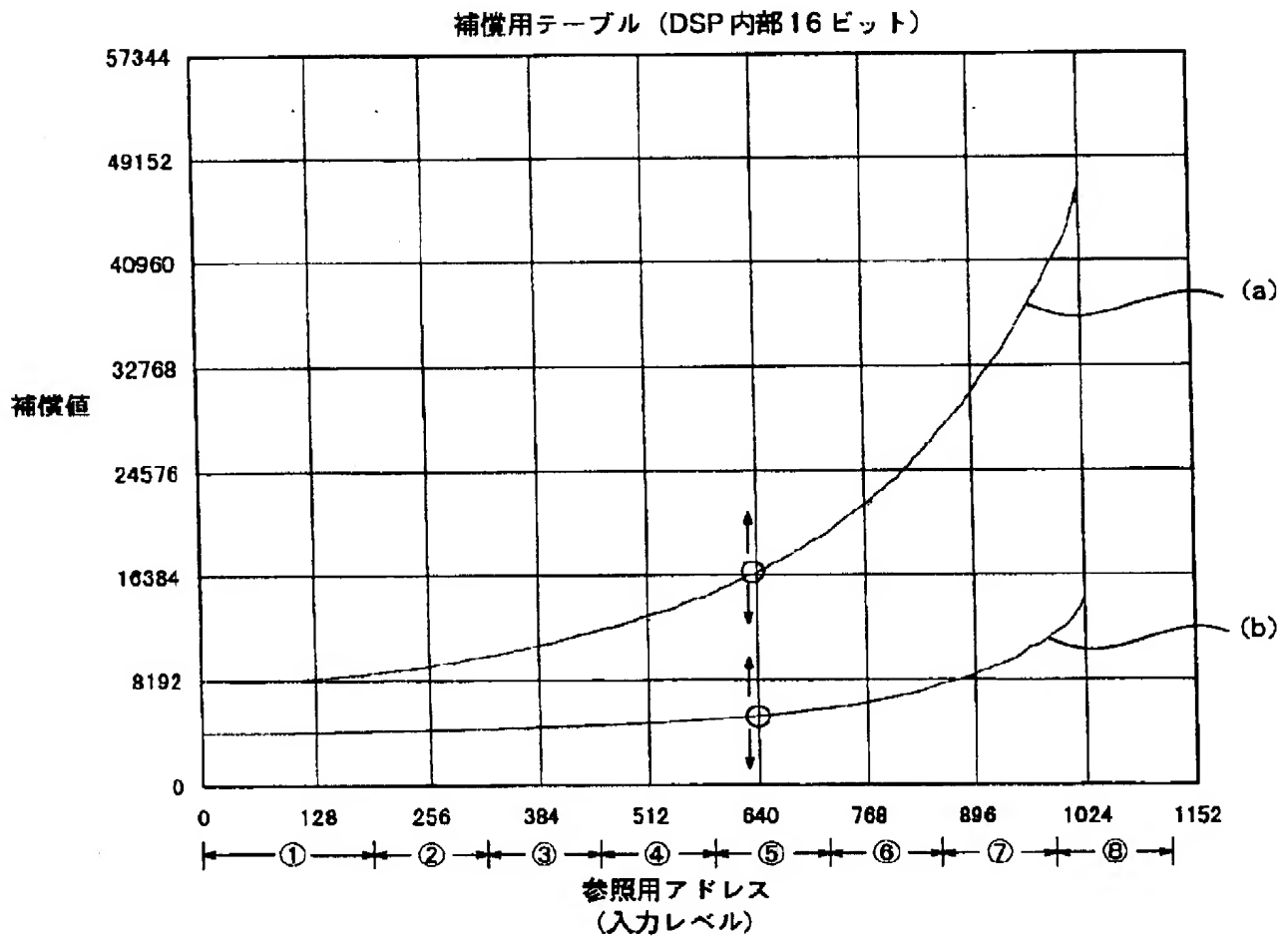
【図 5】



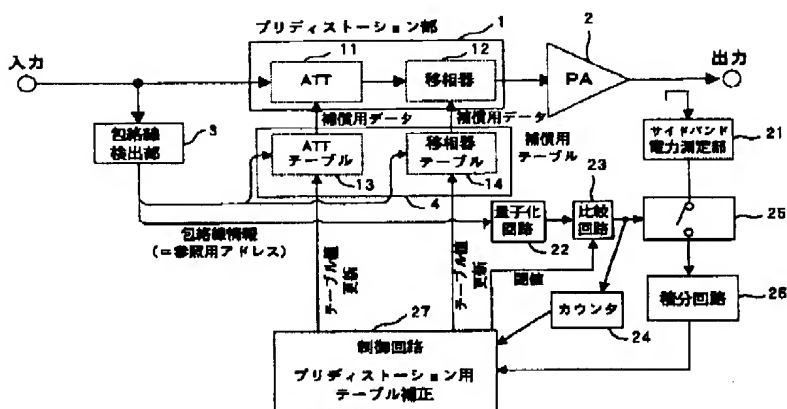
【図 6】



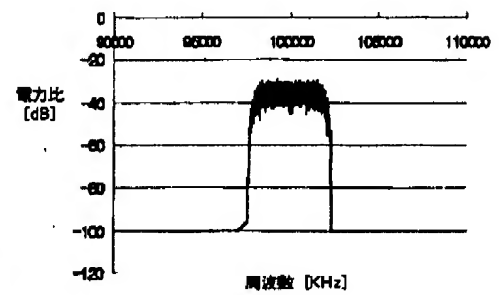
【図 2】



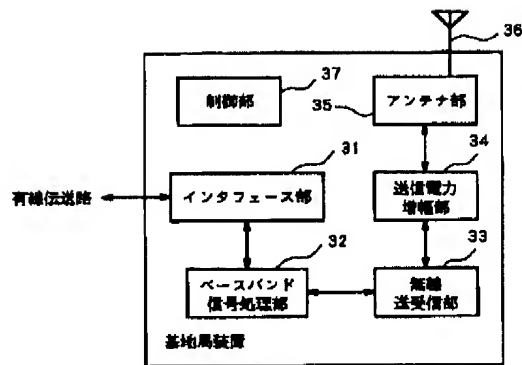
【図 3】



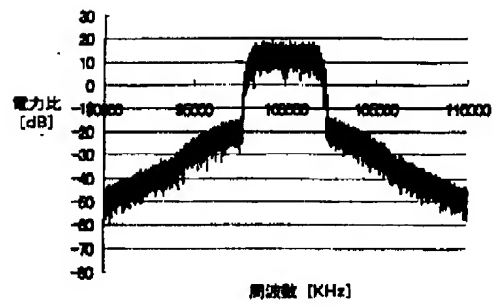
【図 7】



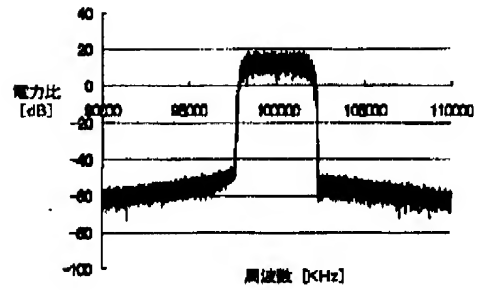
【図 4】



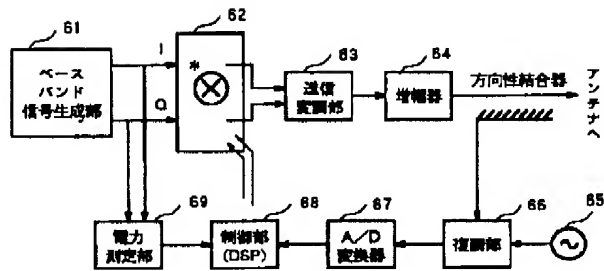
【図 8】



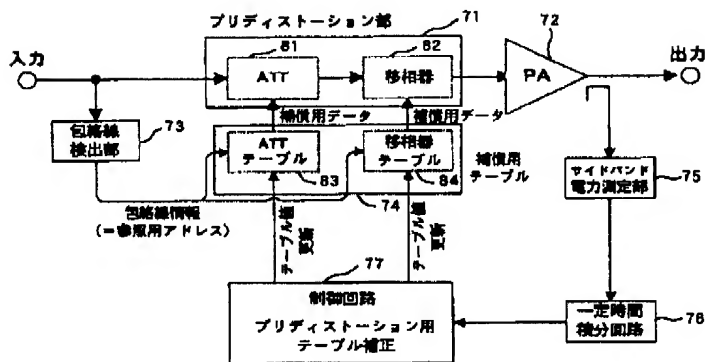
【図 10】



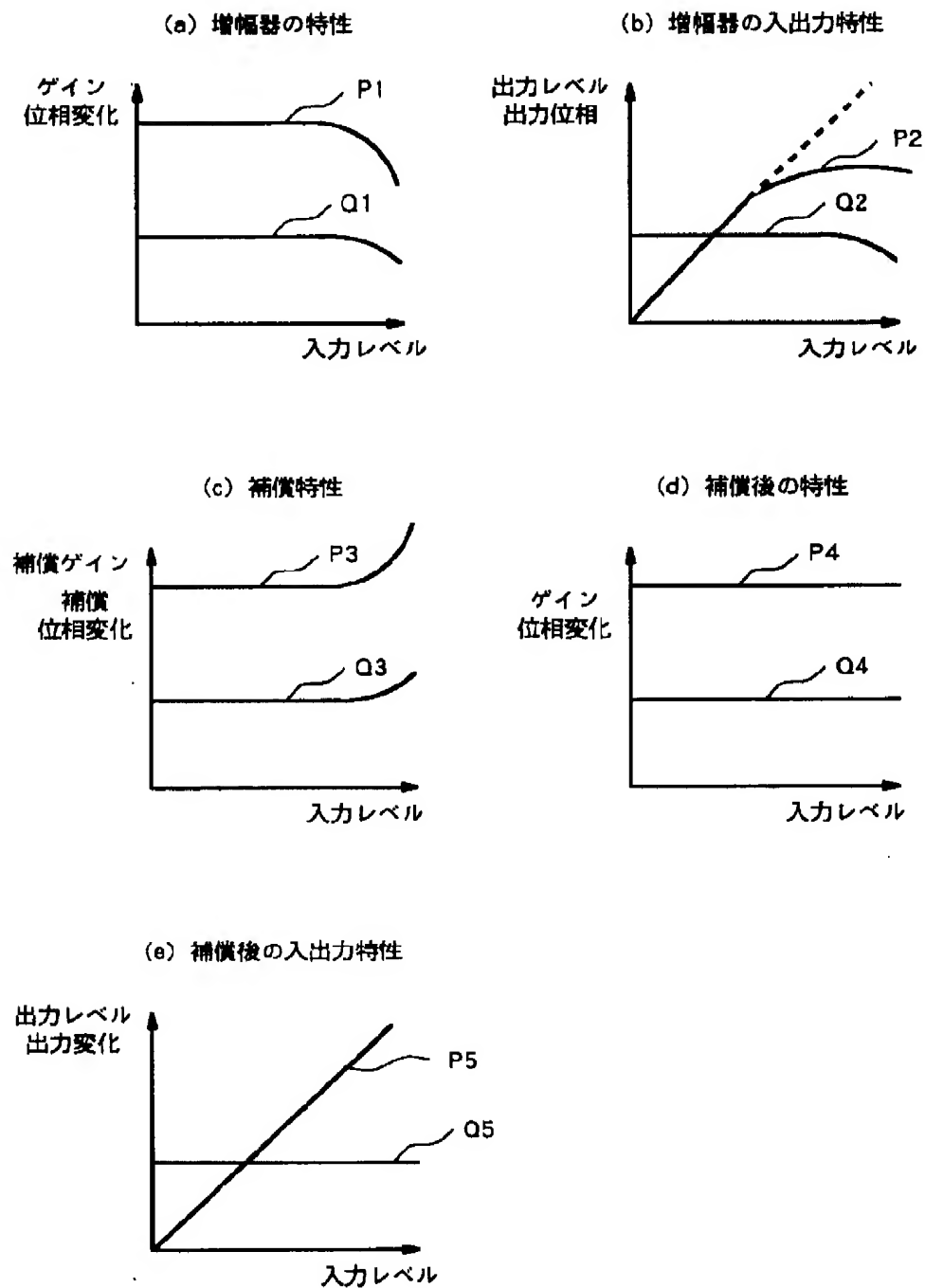
【図 9】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72) 発明者 内田 貴
東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式
会社日立国際電気内

(72) 発明者 須藤 雅樹
東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式
会社日立国際電気内

(72) 発明者 高田 壽雄

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式
会社日立国際電気内

F ターム(参考) 5J090 AA04 AA41 CA21 FA08 FA18

GN03 GN04 GN07 HA40 HN01

HN07 HN08 HN15 HN19 KA16

KA17 KA23 KA31 KA32 KA34

KA55 MA08 MA14 SA14 TA01

TA02 TA03

5K022 EE25

5K060 BB08 HH06 KK06 LL22